

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 7 月 2 4 日
Date of Application:

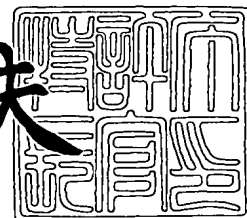
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 7 9 2 5 8
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 2 7 9 2 5 8]

出 願 人 三 菱 電 機 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 3 年 8 月 2 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 9 4 6 1

【書類名】 特許願
【整理番号】 546162JP01
【提出日】 平成15年 7月24日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B23H 7/00
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 三宅 英孝
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 今井 祥人
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 中川 孝幸
【特許出願人】
 【識別番号】 000006013
 【氏名又は名称】 三菱電機株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100057874
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 曾我 道照
【選任した代理人】
 【識別番号】 100110423
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 曾我 道治
【選任した代理人】
 【識別番号】 100084010
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 古川 秀利
【選任した代理人】
 【識別番号】 100094695
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 鈴木 憲七
【選任した代理人】
 【識別番号】 100111648
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 梶並 順
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 000181
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

被加工物に先端部が指向し被加工物との間で電圧が印加されて放電する加工用電極と、この加工用電極と接続された駆動軸と、
電磁石部に電流を供給して電磁石部の吸引力を制御して前記駆動軸を軸線方向である Z 軸方向、Z 軸方向に対して垂直に交差する Y 軸方向、および Y 軸方向および Z 軸方向に対して垂直に交差する X 軸方向の 3 方向に移動させる磁気軸受けを有する電極駆動装置と、
前記駆動軸の端部に接続され前記 3 方向に移動可能な軸継ぎ手と、
この軸継ぎ手の端部に接続され軸継ぎ手を介して前記駆動軸を回転させる電動機とを備えた放電加工装置。

【請求項 2】

前記軸継ぎ手は、前記駆動軸の上方に配置された前記電動機に接続され前記 Z 軸方向に移動可能な Z 方向スライダと、前記 Y 軸方向に移動可能な Y 方向スライダと、前記 X 軸方向に移動可能な X 方向スライダとを備え、前記 Z 方向スライダと、前記 X 方向スライダまたは前記 Y 方向スライダとの間には、前記 X 方向スライダおよび前記 Y 方向スライダを前記電動機側に付勢したバネが設けられている請求項 1 に記載の放電加工装置。

【請求項 3】

前記軸継ぎ手は、自在継ぎ手である請求項 1 に記載の放電加工装置。

【請求項 4】

前記電動機に設けられ電動機を前記 3 方向に移動しうる移動手段を備えた請求項 1 ないし請求項 3 の何れか 1 項に記載の放電加工装置。

【請求項 5】

被加工物に先端部が指向し被加工物との間で電圧が印加されて放電する加工用電極と、この加工用電極と接続された駆動軸と、
電磁石部に電流を供給して電磁石部の吸引力を制御して前記駆動軸を軸線方向である Z 軸方向、Z 軸方向に対して垂直に交差する Y 軸方向、および Y 軸方向および Z 軸方向に対して垂直に交差する X 軸方向の 3 方向のうち少なくとも Z 軸方向に移動させる磁気軸受けを有する電極駆動装置と、
前記駆動軸に接続された回転伝達機構を介して前記駆動軸を回転させる電動機とを備えた放電加工装置。

【請求項 6】

前記電動機に設けられ前記駆動軸の回転情報を検出する回転検出手段を備え、この回転検出手段からの信号により前記駆動軸の回転が制御される請求項 1 ないし請求項 5 の何れか 1 項に記載の放電加工装置。

【請求項 7】

被加工物に先端部が指向し被加工物との間で電圧が印加されて放電する加工用電極と、この加工用電極と接続された駆動軸と、
電磁石部に電流を供給して電磁石部の吸引力を制御して前記駆動軸を軸線方向である Z 軸方向、Z 軸方向に対して垂直に交差する Y 軸方向、および Y 軸方向および Z 軸方向に対して垂直に交差する X 軸方向の 3 方向のうち少なくとも Z 軸方向に移動させる磁気軸受けを有する電極駆動装置と、
前記駆動軸に固定されたブレードと、
先端部が前記ブレードに指向しており流体を前記ブレードの近傍まで導き、かつ前記駆動軸を回転させるためにブレードに流体を吹き付ける回転用導管とを備えた放電加工装置。

【請求項 8】

先端部が前記電磁石部に指向しており、電磁石部に電磁石部を冷却するために前記流体を導く冷却用導管を備えた請求項 7 に記載の放電加工装置。

【請求項 9】

前記流体を冷却する流体冷却手段を備えた請求項 8 に記載の放電加工装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 放電加工装置

【技術分野】

【0001】

この発明は、加工用電極と被加工物との間に電圧を印加して放電を発生させて加工を行う放電加工装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の放電加工装置として、磁気軸受けの機構を放電加工の電極駆動に適用した電極駆動装置を用い、加工用電極の X 軸、Y 軸、Z 軸方向の移動を図ったものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

そして、このものでは、加工用電極を回転駆動する電動機が電極駆動装置の内部に組み入れられている。

【0003】

【特許文献 1】 国際公開番号 02/024389 A 1 号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

この放電加工装置では、加工用電極を駆動する駆動軸の端部に加工用電極が固定されているが、この駆動軸は、電動機のロータを兼ねているので、駆動軸の総重量が増加してしまい、加工用電極の高速な応答駆動性を損なう場合があり、それにより加工速度の高速性が低下するという問題点があった。

また、加工用電極の高速で応答駆動性を得るには、磁気軸受けの電磁石部の吸引力の増加、すなわち、電磁石部に供給される電流値を増加することで対応できるが、それに伴う電磁石部での発熱量が増大し、その発熱量によっては電極駆動装置が膨張する場合があり、加工精度が低下してしまうという問題点があった。

【0005】

この発明は、上述のような問題点を解決することを課題とするものであって、応答駆動性が向上し、加工速度が向上する放電加工装置を得ることを目的とする。

また、この発明は、電磁石部の発熱による電極駆動装置の熱変形を防止し、電磁石部の安定した吸引力制御を行うことができる放電加工装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明に係る放電加工装置では、被加工物に先端部が指向し被加工物との間で電圧が印加されて放電する加工用電極と、この加工用電極と接続された駆動軸と、電磁石部に電流を供給して電磁石部の吸引力を制御して前記駆動軸を軸線方向である Z 軸方向、Z 軸方向に対して垂直に交差する Y 軸方向、および Y 軸方向および Z 軸方向に対して垂直に交差する X 軸方向の 3 方向に移動させる磁気軸受けを有する電極駆動装置と、前記駆動軸の端部に接続され前記 3 方向に移動可能な軸継ぎ手と、この軸継ぎ手の端部に接続され軸継ぎ手を介して前記駆動軸を回転させる電動機とを備えたものである。

【発明の効果】

【0007】

この発明に係る放電加工装置では、加工用電極を回転する機構は、電極駆動装置から分離されているので、駆動軸の重量が大幅に軽量化され、加工用電極の高速な応答駆動性が実現される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、この発明の各実施の形態について説明するが、同一、または相当部材、部位については同一符号を付して説明する。

【0009】

実施の形態 1.

図 1 は、この発明の実施の形態 1 による放電加工装置の構成図である。

この放電加工装置は、加工液である油 3 が入った加工槽 4 の底面に載置された被加工物 2 に先端部が指向した加工用電極 1 と、この加工用電極 1 に電極取付部 6 を介して固定され中間部で絶縁板 115 が介在した駆動軸 7 と、この駆動軸 7 を介して電極 1 を駆動する電極駆動装置 5 と、この電極駆動装置 5 にセラミック製の円板で構成された絶縁板 15 を介して固定され電極駆動装置 5 に電力を供給する給電装置 16 と、駆動軸 7 に接続され駆動軸 7 の軸線方向である Z 軸方向（紙面の上下方向）、Z 軸方向に対して垂直に交差する Y 軸方向（紙面に対して垂直方向）および Y 軸方向および Z 軸方向に対して垂直に交差する X 軸（紙面の左右方向）方向の 3 方向に移動可能な軸継ぎ手 100 と、この軸継ぎ手 100 の端部に接続され軸継ぎ手 100 を介して駆動軸 7 を回転させる電動機 20 とを備えている。

【0010】

図 2 は図 1 の軸継ぎ手 100 の斜視図である。

軸継ぎ手 100 は、X 方向スライダ 46 と、この X 方向スライダ 46 に接続され Y 方向に移動可能な Y 方向スライダ 45 と、この Y 方向スライダ 45 と接続され Z 方向に移動可能な Z 方向スライダ 44 と、図 2 では省略されているが Y 方向スライダ 45 と Z 方向スライダ 44 との間に設けられたバネ 21 とを備えている。

X 方向スライダ 46 は、駆動軸 7 の端部に固定されているとともに、上面に平行に延びた一対の突起 46b が形成された円板部 46a を有している。この突起 46b は中間円板部 30 の下面側の溝 30a に沿って摺動可能に係合している。中間円板部 30 の上面側の溝 30b には Y 方向スライダ 45 の下面に形成された突起 45a が摺動可能に係合している。Y 方向スライダ 45 の上面には垂直方向に延びた Z 方向スライダ 44 の第 1 のガイド部 44a が固定されている。この第 1 のガイド部 44a の突起（図示せず）は Z 方向スライダ 44 の第 2 のガイド部 44b の溝 44c に摺動可能に係合している。この第 2 のガイド部 44b は Z 方向スライダ 44 の円板部 44d に固定されている。

【0011】

また、この放電加工装置は、加工用電極 1 と被加工物 2 との間に電圧を印加する電源 18 と、加工用電極 1 と被加工物 2 との相対距離に相当する極間電圧を検出する加工状態検出装置 19 と、電極駆動装置 5 に電力を供給する電流供給装置 17 と、電動機 20 と電氣的に接続され電動機 20 の回転数あるいは回転速度を制御する電動機制御手段 60 と、電源 18、加工状態検出装置 19、電流供給装置 17 および電動機制御手段 60 に電氣的に接続され加工用電極 1 の駆動を制御する制御装置 25 と、電極駆動装置 5 と給電装置 16 との間に設けられ電源 18 による電流が電極駆動装置 5 に流れないようにし、また電流供給装置 17 の電流が給電装置 16 へ流れないようにした絶縁板 15 とを備えている。

【0012】

上記電極駆動装置 5 は、ハウジング 200 内に駆動軸 7 を囲って設けられたスラスト磁気軸受け 40 と、駆動軸 7 の周囲にスラスト磁気軸受け 40 を挟んで設けられたラジアル磁気軸受け 50、51 と、ハウジング 200 と駆動軸 7 との間に設けられた補助軸受け 13、14 と、駆動軸 7 のラジアル方向の位置を検出するラジアル方向位置検出部 32、33 と、駆動軸 7 のスラスト方向の位置を検出するスラスト方向位置検出部 12 とを備えている。

上記スラスト磁気軸受け 40 は、駆動軸 7 に固定された磁性体で構成された円板状の被吸引板 40a と、この被吸引板 40a の両面に対向して配置された一対の電磁石部 40b とを備えている。

上記ラジアル磁気軸受け 50、51 は、駆動軸 7 に固定され磁性体で構成された被吸引部 50a、51a と、この被吸引部 50a、51a の周囲を隙間を設けて囲った電磁石部 50b、51b とを備えている。

【0013】

次に、上記構成の放電加工装置の動作について説明する。

先ず、加工用電極 1 のスラスト方向およびラジアル方向への移動動作について説明する。

加工用電極 1 と被加工物 2 との間に電源 18 から電圧が印加されると、加工用電極 1 と被加工物 2 との相対距離に相当する極間電圧が加工状態検出装置 19 により計測され、目標とする極間電圧との偏差に応じた加工用電極 1 の位置の補正量が制御装置 25 によって計算される。

一方、電極駆動装置 5 では、スラスト方向位置検出部 12 により被吸引板 40a の現在位置が計測される。スラスト磁気軸受け 40 の被吸引板 40a は駆動軸 7 に取付けられており、駆動軸 7 には電極取付部 6 を介して加工用電極 1 が取付けられているので、被吸引板 40a の位置を制御することで加工用電極 1 のスラスト方向の位置が制御される。

スラスト方向位置検出部 12 の検出値が制御装置 25 に入力されると、制御装置 25 では加工用電極 1 の目標位置と現在位置との偏差から被吸引板 40a の移動量、および被吸引板 40a を所定位置に位置決めするための吸引力が定められ、電磁石部 40b に流れる電流値が計算される。その後、制御装置 25 によって電流供給装置 17 に出力電流値が指令され、電流供給装置 17 から電磁石部 40b に電流が供給され、電磁石部 40b に挟まれた被吸引板 40a が、何れか一方の電磁石部 40b に吸引されて駆動軸 7 がスラスト方向に駆動される。

【0014】

また、ラジアル方向位置検出部 32、33 によりラジアル磁気軸受け 50、51 の現在位置が計測される。ラジアル磁気軸受け 50、51 の被吸引部 50a、51a は駆動軸 7 に取付けられており、駆動軸 7 には電極取付部 6 を介して加工用電極 1 が取付けられているので、ラジアル磁気軸受け 50、51 の位置を制御することで加工用電極 1 のラジアル方向の位置が制御される。

ラジアル方向位置検出部 32、33 の検出値が制御装置 25 に入力されると、制御装置 25 では加工用電極 1 の目標位置と現在位置との偏差から被吸引部 50a、51a の移動量、および被吸引部 50a、51a を磁力により支持して所定位置に位置決めするための吸引力が定められ、電磁石部 50b、51b に流れる電流値が計算される。その後、制御装置 25 によって電流供給装置 17 に出力電流値が指令され、電流供給装置 17 から電磁石部 50b、51b に電流が供給され、被吸引部 50a、51a が吸引されて駆動軸 7 がラジアル方向に駆動される。

このように、スラスト磁気軸受け 40 の電磁石部 40b およびラジアル磁気軸受け 50、51 の電磁石部 50b、51b への電流値を制御して吸引力を変動させることで、スラスト方向およびラジアル方向への加工用電極 1 の高速度応答駆動が実現される。

【0015】

加工用電極 1 の回転動作については、先ず制御装置 25 からの回転指令が電動機制御手段 60 に入力され、電動機制御手段 60 によって電動機 20 の回転数あるいは回転速度が制御される。その後、その値に従って電動機 20 の回転トルクが軸継ぎ手 100 を介して駆動軸 7 に伝達され、電極取付部 6 を介して加工用電極 1 が回転する。

【0016】

このように、上記構成の放電加工装置によれば、加工用電極 1 は、電動機 20 からの回転トルクで回転される一方で、ラジアル磁気軸受け 50、51 の電磁石部 50b、51b による磁気力でラジアル方向に移動し、またスラスト磁気軸受け 40 の電磁石部 40b による磁気力でスラスト方向に移動する結果、X 軸、Y 軸、Z 軸の各方向に高速な応答駆動がなされる。

なお、電動機制御手段 60 からの信号により電動機 20 の回転が停止された状態でも、加工用電極 1 は、X 軸、Y 軸、Z 軸の各方向に高速な応答駆動がなされる。

また、加工用電極 1 を回転する機構は、電極駆動装置 5 から分離されているので、駆動軸が電動機のロータも兼ねた従来のものと比較して、駆動軸 7 の重量が大幅に軽量化され、加工用電極 1 の応答駆動性が大幅に向上する。

また、ケース 300 の天面には電動機 20 が固定されているが、コイルバネ 21 の弾性

力で、この電動機 20 側に、X 方向スライダ 46、Y 方向スライダ 45 および中間円板部 30 を付勢しており、しかもその付勢力が X 方向スライダ 46、Y 方向スライダ 45 および中間円板部 30 の総荷重をほぼ相殺する強度であるので、X 方向スライダ 46、Y 方向スライダ 45 および中間円板部 30 の自重による駆動軸 7 のスラスト方向の荷重負荷の影響を低く抑えることができる。

【0017】

なお、上記の実施の形態では、軸継ぎ手 100 は、X 方向スライダ 46、中間円板部 30、Y 方向スライダ 45 および Z 方向スライダ 44 を有していたが、他にトルクチューブもしくはフレキシブルシャフト等の自在継ぎ手であってもよい。

また、軸継ぎ手 100 の X 方向スライダ 46 と Y 方向スライダ 45 との配置が逆であってもよい。

【0018】

実施の形態 2.

図 3 はこの発明の実施の形態 2 による放電加工装置の構成図である。

この実施の形態では、実施の形態 1 と軸継ぎ手 100 の構成が異なる点、および実施の形態 1 のバネ 21 が無い点を除いては実施の形態 1 の構成と同じである。

この実施の形態では、軸継ぎ手 150 は、駆動軸 7 の上端部に Z 方向スライダ 44 が取り付けられ、この Z 方向スライダ 44 に Y 方向スライダ 45 が取り付けられ、Y 方向スライダ 45 に中間円板部 30 を介して X 方向スライダ 46 が取り付けられている。この X 方向スライダ 46 に電動機 20 の回転軸が接続されている。

この軸継ぎ手 150 は、実施の形態 1 と比較して、Z 方向スライダ 44 および X 方向スライダ 46 の配置が逆になっている。

この軸継ぎ手 150 の場合、X 方向スライダ 46、Y 方向スライダ 45 および中間円板部 30 の総荷重は、ケース 300 に固定された電動機 20 に支持されており、駆動軸 7 にはその負荷が及ばない。従って、X 方向スライダ 46、Y 方向スライダ 45 および中間円板部 30 の自重による駆動軸 7 のスラスト方向の荷重負荷の影響を低く抑えるために必要とした実施の形態 1 のバネ 21 を必要としない。

【0019】

実施の形態 3.

図 4 はこの発明の実施の形態 3 による放電加工装置の構成図である。

この実施の形態では、Z 方向スライダ 44 と電動機 20 との間に、回転位置スケール 151 がその中心軸線と電動機 20 の回転軸線とを一致させるように取り付けられており、また電動機 20 に回転位置スケール読み取り器 152 が取り付けられている。ここで、回転位置スケール 151 と回転位置スケール読み取り器 152 とにより、駆動軸 7 の回転情報を検出する回転検出手段を構成している。

他の構成は実施の形態 1 の放電加工装置と同じである。

この実施の形態では、回転位置スケール 151 から回転位置スケール読み取り器 152 により駆動軸 7 の中心軸線の現在の角度、もしくは角速度を検出し、この検出信号は、制御装置 25 へ入力される。その後、制御装置 25 によって求められた駆動軸 7 の回転角指令が電動機制御手段 60 へ出力され、電動機制御手段 60 によって電動機 20 の回転数あるいは回転速度が制御され、電動機 20 の回転トルクが軸継ぎ手 100、駆動軸 7 および電極取付け部 106 を介して加工用電極 1 に伝達され、加工用電極 1 が回転する。

【0020】

この実施の形態の放電加工装置では、駆動軸 7 の回転情報を回転検出手段が検出し、その情報に応じて駆動軸 7 の回転が制御されるので、加工用電極 1 の回転精度が向上する。

【0021】

実施の形態 4.

図 5 はこの発明の実施の形態 4 による放電加工装置の構成図である。

実施の形態 1～3 の放電加工装置の電極駆動装置 5 では、加工用電極 1 の駆動範囲が数百ミクロン程度であるが、駆動範囲が 1 ミリメートル以上ある場合、そのまま X、Y、Z

方向スライダを使用した場合には、軸継ぎ手の構造が大型化し、駆動軸 7 の高速な応答駆動が困難となる。

ところで、この広範囲駆動タイプの放電加工装置の場合、駆動軸 7 の全駆動範囲を振幅とした高速な応答駆動をする必要性はなく、振幅は放電加工の極間制御量に相当する数百ミクロン程度であり、この数百ミクロン程度の振幅が駆動範囲全域にわたって高速応答すればよい。したがって、駆動軸 7 が全駆動範囲を移動する速度は 30 mm/min 程度であり、電動機 20 はこの速度に追従できればよい。

この実施の形態では、Z 方向の移動が可能な Z 方向ステージ 70 がケース 300 に設けられている。この Z 方向ステージ 70 に電動機 20 が取り付けられている。また、Z 方向ステージ 70 に Y 方向ステージ 71 が設置され、さらに Y 方向ステージ 71 に X 方向ステージ 72 が設置されている。なお、X 方向ステージ 72 と Y 方向ステージ 71 との位置関係は逆でもよい。

X 方向ステージ 72、Y 方向ステージ 71 および Z 方向ステージ 70 は X Y Z 方向ステージ制御装置 75 に接続され、この X Y Z 方向ステージ制御装置 75 は制御装置 25 に接続されている。ここで、X 方向ステージ 72、Y 方向ステージ 71 および Z 方向ステージ 70 により、電動機 20 を X 軸方向、Y 軸方向および Z 軸方向に移動させる移動手段を構成している。

【0022】

この実施の形態では、ラジアル方向位置検出部 32、33 およびスラスト方向位置検出部 12 により駆動軸 7 の中心位置が検出される。そして、検出された駆動軸 7 の中心軸線の位置と電動機 20 の回転軸の中心軸線の位置との偏差があらかじめ設定された値以上になるとその偏差を補正するように制御装置 25 が X Y Z 方向ステージ制御装置 75 に X 方向ステージ 72、Y 方向ステージ 71 および Z 方向ステージ 70 を移動させる指令を出力する。この指令を受けた X Y Z 方向ステージ制御装置 75 は、X 方向ステージ 72、Y 方向ステージ 71 および Z 方向ステージ 70 を所定の位置へ移動させる。

【0023】

この放電加工装置によれば、加工用電極 1 の駆動範囲が大きい場合でも、電動機 20 と駆動軸 7 とを接続する軸継ぎ手 100、回転位置スケール 151 および回転位置スケール読み取り器 152 も実施の形態 3 と同様のものを使用でき、加工用電極 1 は、高速で応答駆動性が低下されることなく、回転動作および広範囲の加工用電極 1 の送り動作が可能となる。

【0024】

実施の形態 5.

図 6 はこの発明の実施の形態 5 による放電加工装置の構成図である。

この実施の形態では、補助軸受け 13、14 によりラジアル方向への加工用電極 1 の駆動が拘束されるようになっている。

また、電動機 20 の回転軸 20a と駆動軸 7 の端部との間には回転軸 20a の回転を駆動軸 7 に伝達するための回転伝達機構 121 が設けられている。回転伝達機構 121 は、回転軸 20a に固定されたプーリ 121a と、駆動軸 7 の端部に固定された巻掛け部 121b と、プーリ 121a と巻掛け部 121b との間に掛けられたタイミングベルト 121c とを備えている。なお、タイミングベルト 121c の張力は、回転力伝達機構 121 が駆動軸 7 のスラスト方向の高速な応答駆動の抵抗とならず、かつ回転トルクを駆動軸 7 に伝達することができるように調整されている。

なお、回転伝達機構 121 として歯車を用いることもできるが、この場合には、歯合する歯車同士に例えば 300 ミクロン程度の隙間を有するようにすればよい。また、回転伝達機構 121 としてトルクチューブもしくはフレキシブルシャフトを用いてもよい。

【0025】

また、ケース 300 に Z 方向ステージ 41 が固定されている。この Z 方向ステージ 41 には Z 方向ステージ制御装置 76 が接続されている。この Z 方向ステージ制御装置 76 には制御装置 25 が接続されている。Z 方向ステージ 41 には電動機 20 が接続されている

。この電動機 20 は、ガイド 400 により Z 方向の移動が案内されるようになっている。

【0026】

この実施の形態の放電加工装置では、駆動軸 7 の Z 軸方向の駆動範囲が例えば 1 ミリメートル以上の場合であって、スラスト方向位置検出部 12 により駆動軸 7 のスラスト位置が検出され、電動機 20 の回転軸 20a の回転伝達機構 121 の位置との偏差があらかじめ設定された値以上のときには、その偏差を補正するように制御装置 25 が Z 方向ステージ制御装置 76 に Z 方向ステージ 41 を移動させる指令を出力する。Z 方向ステージ制御装置 76 は、その指令を受けて Z 方向ステージ 41 を所定の位置へ移動させ、それに伴い電動機 20 もガイド 400 に案内されながら Z 方向に移動する。

【0027】

また、回転位置スケール 151 から駆動軸 7 の中心の現在の角度もしくは角速度が回転位置スケール読み取り器 152 により検出され、制御装置 25 へ入力される。制御装置 25 によって求められた駆動軸 7 の回転指令が電動機制御手段 60 へ出力され、電動機制御手段 60 によって電動機 20 の回転数あるいは回転速度が制御され、電動機 20 の回転トルクが回転力伝達機構 121 を介して駆動軸 7 へ伝達され、駆動軸 7 を所定の角度あるいは回転速度で回転させる。

【0028】

この実施の形態の放電加工装置によれば、加工用電極 1 の Z 軸方向の駆動範囲が大きい場合でも、実施の形態 1～4 のものと同様に、駆動軸 7 の重量が軽量化されており、加工用電極 1 は、高速な応答駆動性が低下されることなく、また回転動作および広範囲の電極送り動作が実現される。

【0029】

実施の形態 6.

図 7 はこの発明の実施の形態 6 による放電加工装置の構成図、図 8 は図 7 の要部平面図である。

この放電加工装置は、流体供給部 101 と、この流体供給部 101 に接続され流体の流量を制御する流量制御弁 107 と、駆動軸 7 に放射状に延びて固定された複数のブレード 106 と、先端部がブレード 106 に指向し回転方向変換部 105 により変形可能な回転用導管 103 と、先端部が電磁石部 40b、50b、51b に指向し、電磁石部 40b、50b、51b を冷却する冷却用導管 104 と、流量制御弁 207 に一端部が接続され他端部が制御装置 25 に接続された流量制御部 102 とを備えている。

なお、ブレード 106 の大きさは、例えば、駆動軸 7 の直径が 20 mm の場合、高さ約 15 mm、横幅約 15 mm、厚さ約 1 mm 程度の板が 12 枚取付けられている。

【0030】

上記構成の放電加工装置では、流体の流量の指令値が制御装置 25 から流体制御部 102 へ伝えられ、流体制御部 102 により流量制御弁 207 が制御され、流体供給部 101 から回転用導管 103 および冷却用導管 104 に供給される流量が制御される。

回転用導管 103 からの流体は、駆動軸 7 のブレード 106 に吹き付けられ、ブレード 106 が流体に押されることで駆動軸 7 が回転する。駆動軸 7 の回転数は流量調整弁 107 により流体の流量を調整することで制御される。

なお、駆動軸 7 の回転方向を反対方向にするときには、図 9 に示すように、回転方向変換部 105 を作動させ冷却用導管 104 の先端部の位置を変えるようにすればよい。

また、冷却用導管 104 からの流体は、電磁石部 40b、50b、51b に吹き付けられ、これら電磁石部 40b、50b、51b は冷却される。回転用導管 103 および冷却用導管 104 から供給された流体は、ケース 400 に形成された排出口（図示せず）から外部に排出される。

排出口は、導管 104、105 が貫通したケース 400 の箇所とケース 400 内で対角線状の箇所であり、ケース 400 内の流体はよどむことなく流れる。

なお、この実施の形態では、流体は、例えば、5 気圧程度の空気が使用され、駆動軸 7 の回転、電磁石部 40b、50b、51b の冷却に供されるが、冷却用導管 104 へ供給

される流体は、冷却装置（図示せず）により低温にした後、電磁石部 40b、50b、51b に供給するようにすることで、冷却効果をより高めることができる。

【0031】

この実施の形態の放電加工装置によれば、駆動軸 7 の回転機構を流体圧力による回転機構とし、加工用電極 1 を回転する機構は、電極駆動装置 5 から分離されているので、駆動軸が電動機のロータも兼ねた従来のものと比較して、駆動軸 7 の重量が大幅に軽量化され、加工用電極 1 の高速な応答駆動性が実現される。

また、流体を電磁石部 40b、50b、51b の冷却用にも利用しており、電磁石部 40b、50b、51b の熱変形が防止され、電磁石部 40b、50b、51b の安定した吸引力制御が可能となり、加工精度が向上する。

なお、この実施の形態では説明していないが、実施の形態 5 と同様に、補助軸受けによりラジアル方向への加工用電極の駆動を拘束し、加工用電極を Z 軸方向のみ移動させる放電加工装置においても、ブレードに流体を吹き付けて駆動軸を回転させるようにしてもよい。

【0032】

実施の形態 7.

図 10 はこの発明の実施の形態 7 による放電加工装置の構成図である。

この実施の形態では、実施の形態 6 と比較して、主な違いは、ブレード 106 の駆動軸 7 に対する固定位置が駆動軸 7 の下端部である点である。

即ち、この放電加工装置では、給電装置 16 にブレードカバー 109 が取り付けられており、このブレードカバー 109 内で駆動軸 7 の下端部にブレード 106 が取り付けられている。ブレードカバー 109 は回転用導管 103 を介して流体供給部 101 に接続されている。この流体供給部 101 は流量調整弁 107 を介して流量制御部 102 に接続されている。この流量制御部 102 は制御装置 25 に接続されている。

この実施の形態の放電加工装置では、制御装置 25 からの駆動軸 7 の回転指令に応じて流量制御部 102 が流量調整弁 107 を制御して、流体供給部 101 の流体の供給量を制御する。流体供給部 101 から供給される流体は回転用導管 103 を通ってブレードカバー 109 内に導かれ、ブレード 106 を回転させることにより、駆動軸 7 を回転させる。ブレード 106 を回転させた流体は流体排出口 108 から外部へ排出される。

なお、駆動軸 7 の回転数は流量調整弁 107 により流体の流量を調整することにより制御される。

【0033】

この実施の形態の放電加工装置によれば、上記実施の形態 6 と同様の効果を得ることができるとともに、さらに、加工用電極 1 の近傍にブレード 106 が設けられているので、駆動用電極 1 の回転中心線の横ぶれを低く抑えることができる。

また、駆動軸 7 の上部側にもブレード 106 を取り付けるスペースがあり、駆動軸 7 に対して離れた 2 点で駆動軸 7 に対して回転力を付与することで、より安定して駆動軸 7 を回転させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図 1】 この発明の実施の形態 1 の放電加工装置の構成図である。

【図 2】 図 1 の軸継ぎ手の斜視図である。

【図 3】 この発明の実施の形態 2 の放電加工装置の構成図である。

【図 4】 この発明の実施の形態 3 の放電加工装置の構成図である。

【図 5】 この発明の実施の形態 4 の放電加工装置の構成図である。

【図 6】 この発明の実施の形態 5 の放電加工装置の構成図である。

【図 7】 この発明の実施の形態 6 の放電加工装置の構成図である。

【図 8】 図 7 の要部平面図である。

【図 9】 図 8 の回転用導管の一使用態様を示す図である。

【図 10】 図 1 はこの発明の実施の形態 7 の放電加工装置の構成図である。

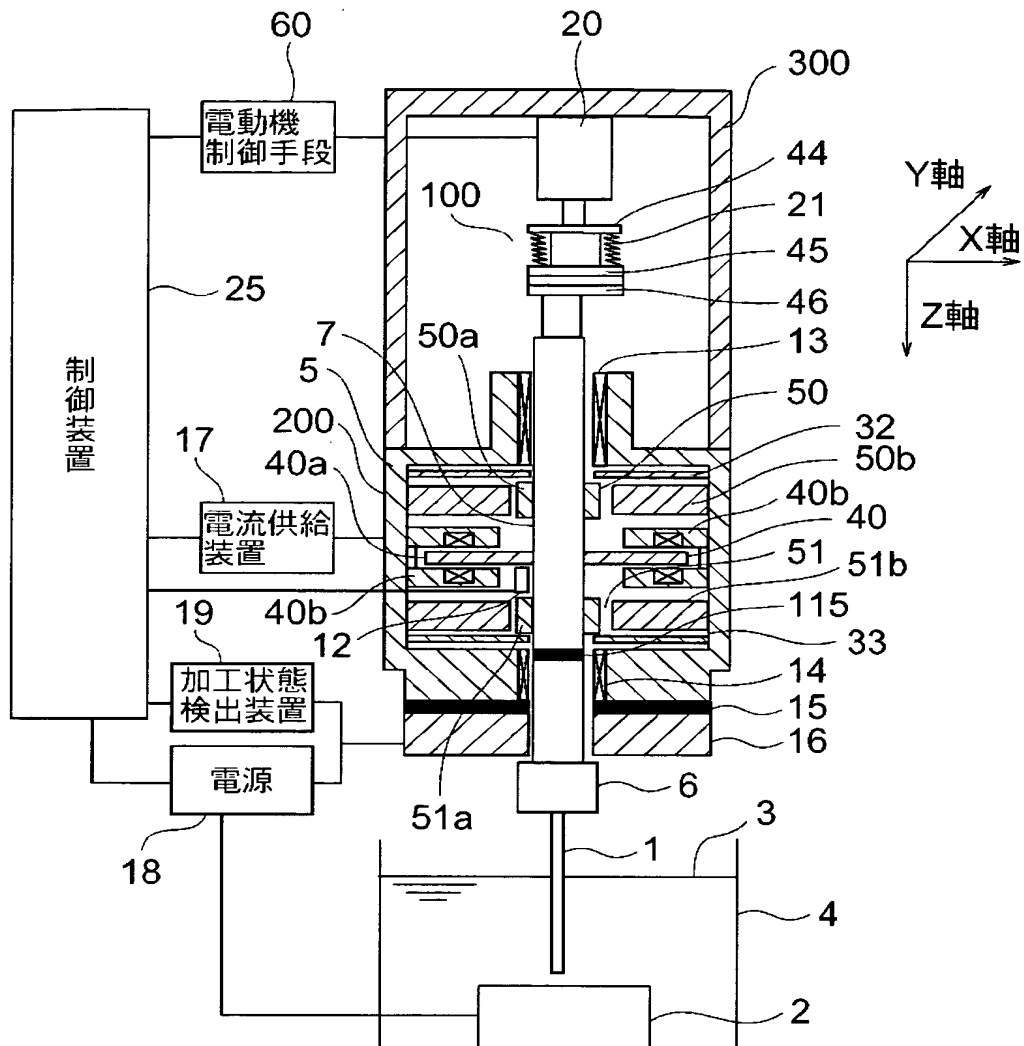
【符号の説明】

【 0 0 3 5 】

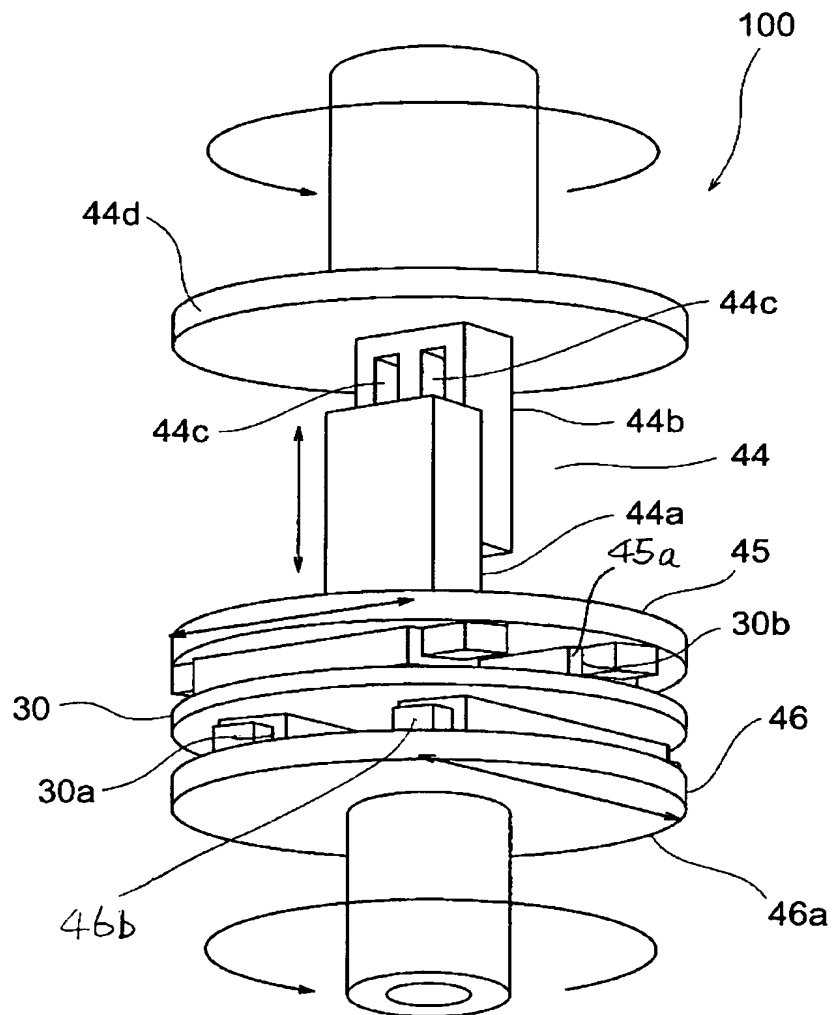
1 加工用電極、2 被加工物、5 電極駆動装置、7 駆動軸、19 加工状態検出装置、20 電動機、21 バネ、25 制御装置、32, 33 ラジアル方向位置検出部、40 スラスト磁気軸受け、40b, 50b, 51b 電磁石部、50, 51 ラジアル磁気軸受け、44 Z方向スライダ、45 Y方向スライダ、46 X方向スライダ、100, 150 軸継ぎ手、103 回転用導管、104 冷却用導管、106 ブレード、151 回転位置スケール、152 回転位置スケール読み取り器。

【書類名】 図面

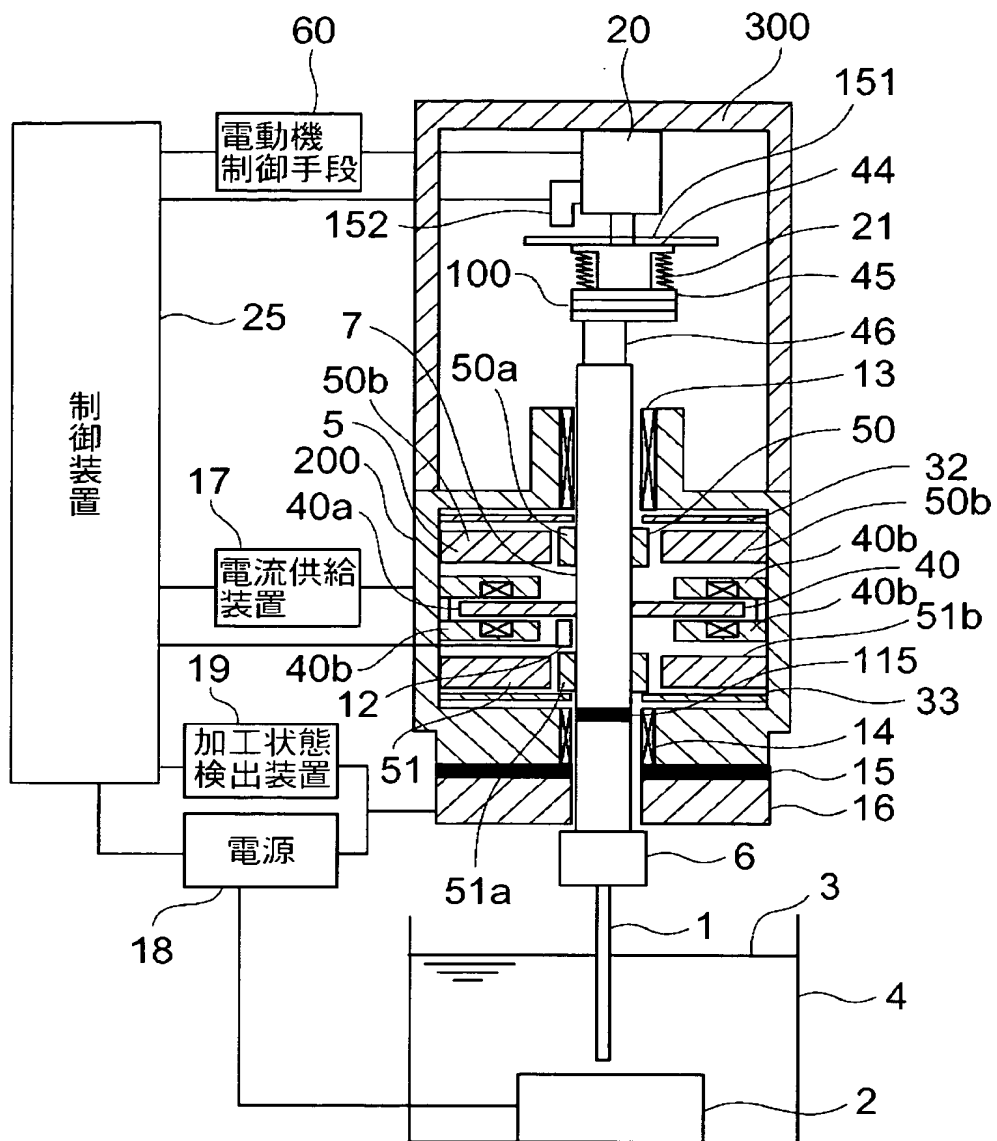
【図 1】



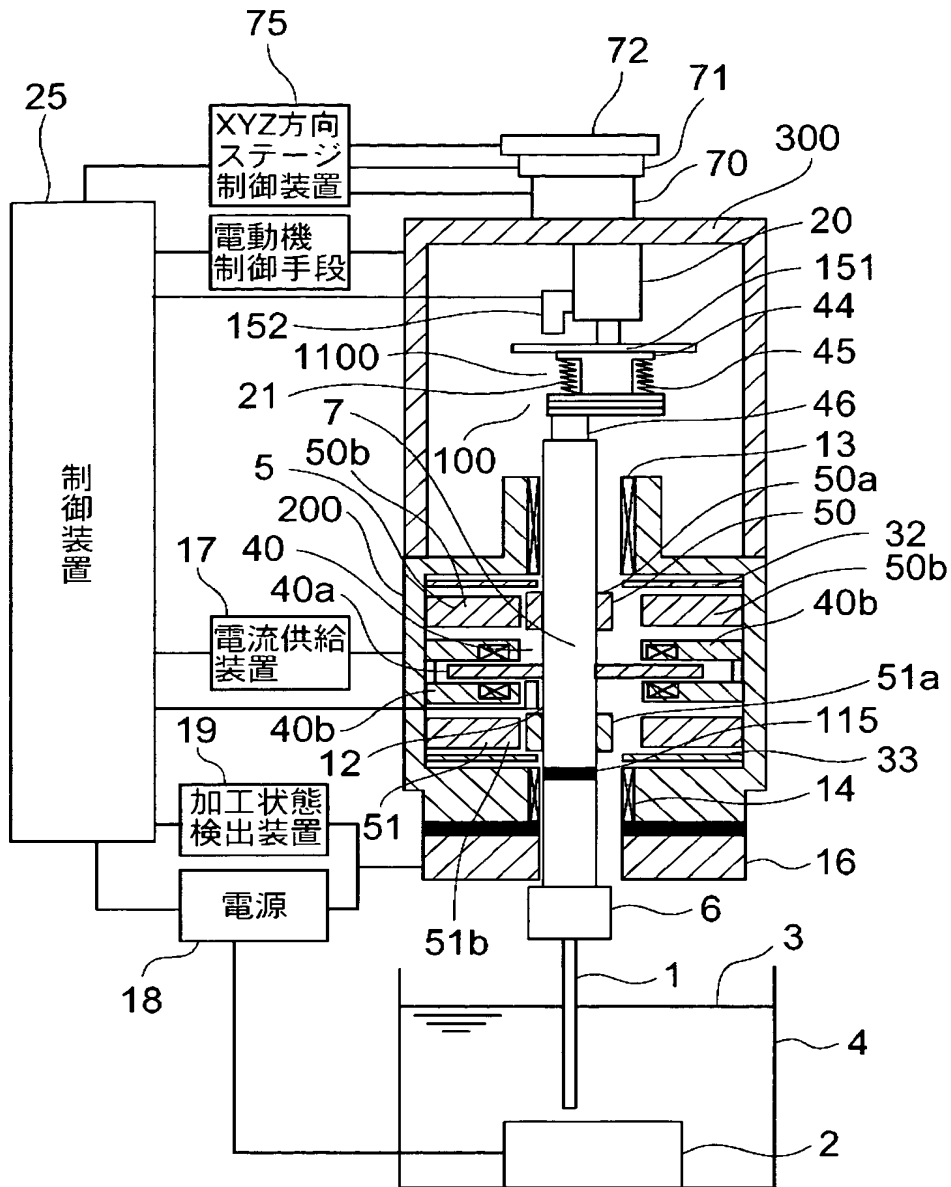
【図 2】



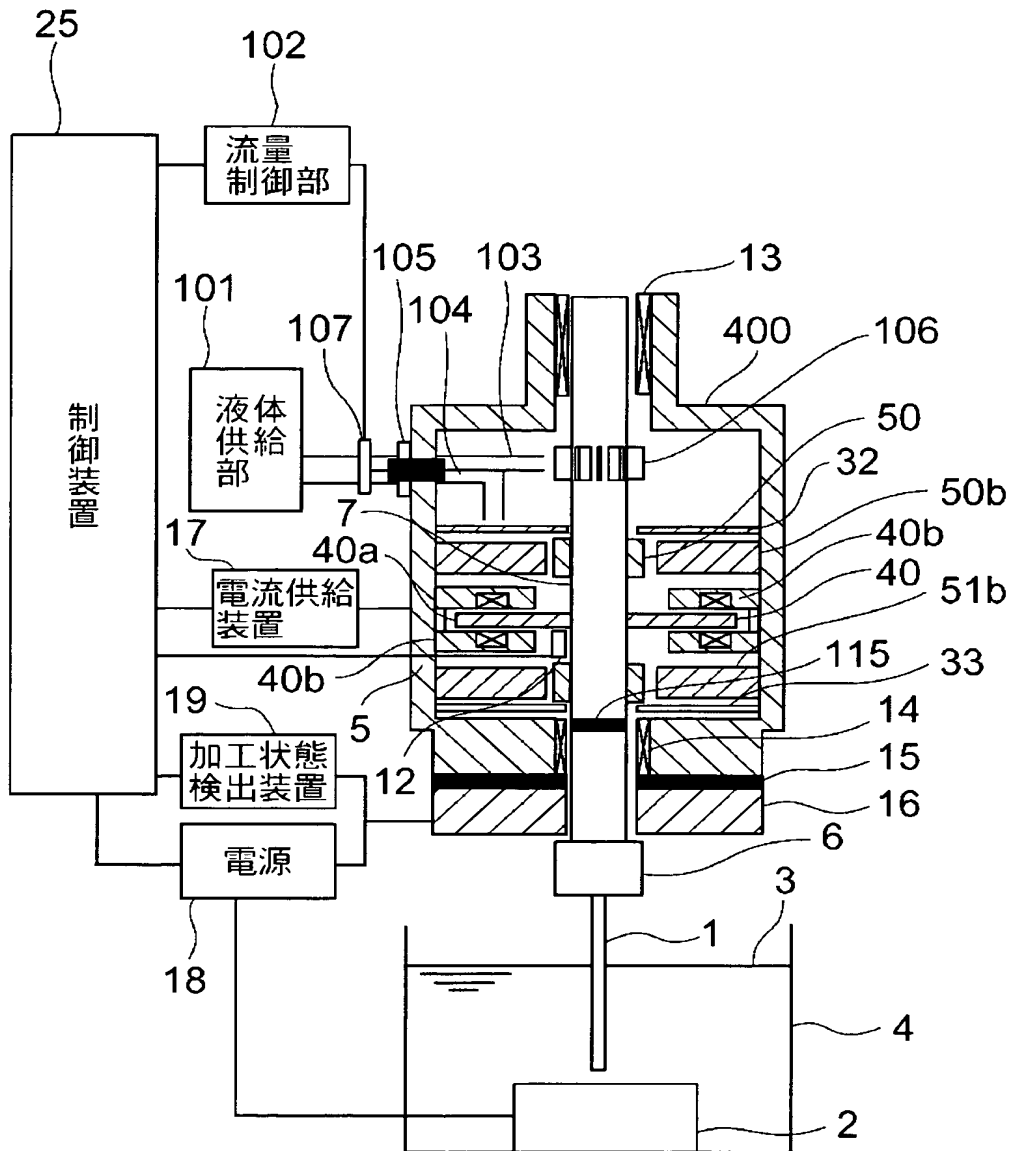
【図 4】



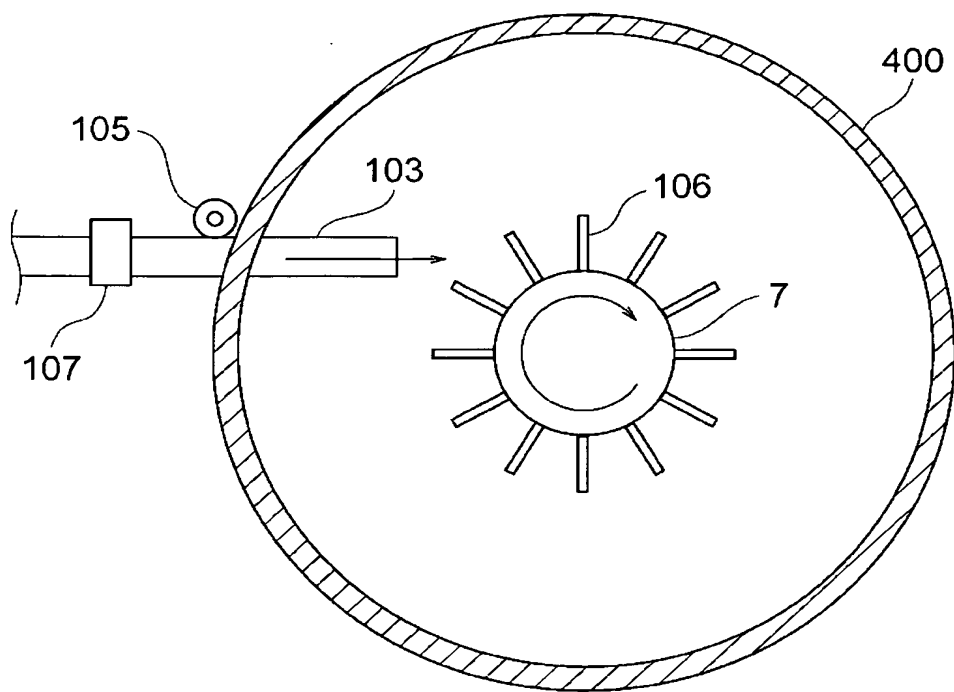
【図 5】



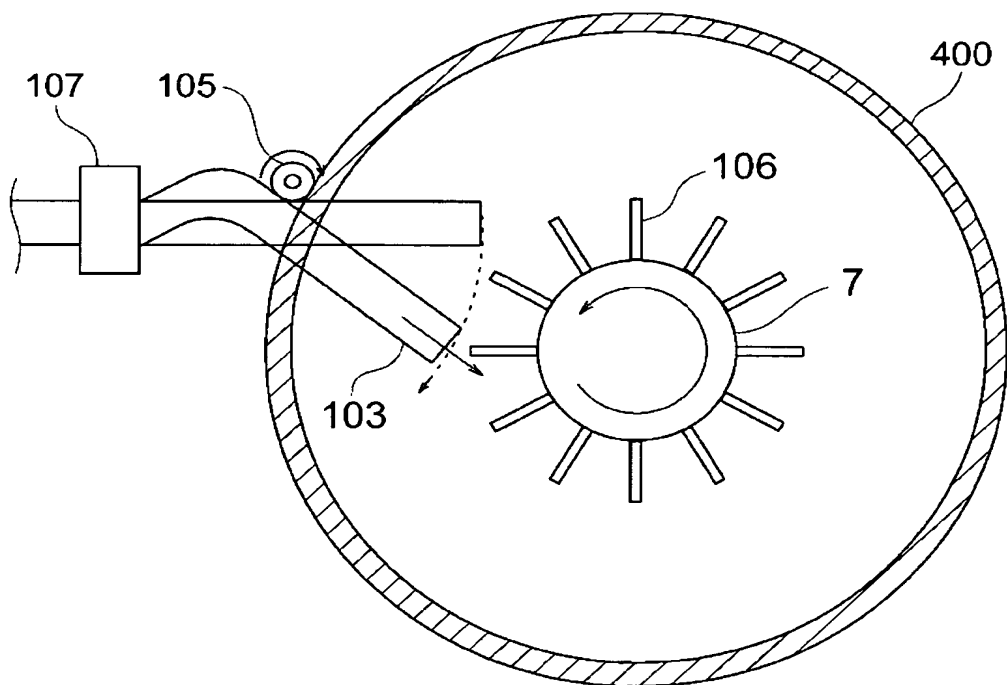
【図 7】



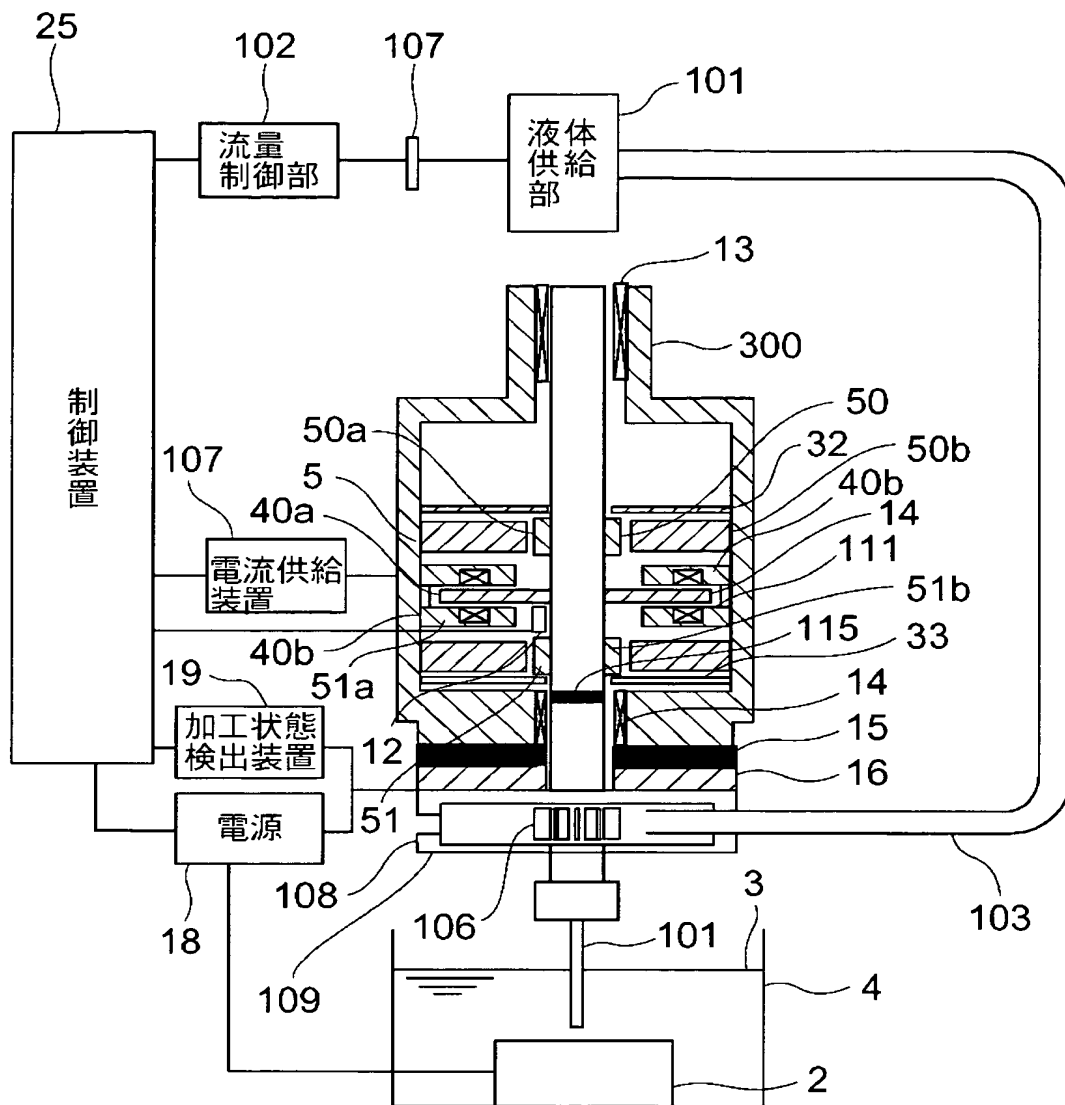
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 応答駆動性が向上し、加工速度が向上する放電加工装置を得る。

【解決手段】 この発明の放電加工装置は、被加工物 2 に先端部が指向し被加工物 2 との間で電圧が印加されて放電する加工用電極 1 と、この加工用電極 1 と接続された駆動軸 7 と、電磁石部 4 0 b, 5 0 b, 5 1 b に電流を供給して電磁石部 4 0 b, 5 0 b, 5 1 b の吸引力を制御して駆動軸 7 を軸線方向である Z 軸方向、Z 軸方向に対して垂直に交差する Y 軸方向、および Y 軸方向および Z 軸方向に対して垂直に交差する X 軸方向の 3 方向に移動させる磁気軸受け 4 0, 5 0, 5 1 を有する電極駆動装置 5 と、駆動軸 7 の端部に接続され前記 3 方向に移動可能な軸継ぎ手 1 0 0 と、この軸継ぎ手 1 0 0 の端部に接続され軸継ぎ手 1 0 0 を介して駆動軸 7 を回転させる電動機 2 0 とを備えている。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 2 7 9 2 5 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 0 1 3]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

氏 名

三菱電機株式会社